



JUMELAGE TU11/ENP-AP/AG38

“APPUI A LA MISE EN PLACE D'UN SYSTEME D'INFORMATION CEREALIER
DE PREVISION DES RECOLTES ET D'ALERTE PRECOCE”

C2- Appui à la définition des besoins, des outils de développement et à la conceptualisation du système.

C4- Appui à la mise en place du système tunisien de prévision des récoltes des céréales.

Résultat	Catalogue de formations	
Activité	Composante C : Mise en place d'un Système d'information opérationnel de prévision des récoltes des céréales	
Equipe technique CNCT	<ul style="list-style-type: none"> - Cne Nizar KOUKI - Cne Haythem ISMAIL - Cne Mohamed Ali ILAHY 	
Expert(s) court terme	<ul style="list-style-type: none"> - Vincent Bonnal (CIRAD) - Michel Passouant (CIRAD) 	
Semaine calendaire	17	
Dates de la mission	Début de la mission :	23/04/2012
	Fin de la mission :	27/04/2012
Lieu	Tunisie-CNCT	

Table des matières

Table des matières	2
1 Positionnement de la mission	3
1.1 Acronymes	3
1.2 Contexte	3
1.3 Objectifs	3
1.4 Déroulement de la mission	4
2 Fonctionnalités du système d'information	5
2.1 Estimation des « surfaces »	5
2.1.1 Enquête ministère de l'agriculture	6
2.1.2 Enquête CNCT	6
2.1.3 Estimation de surface	7
2.2 Bulletin de suivi de campagne	7
2.3 Gestion des images satellitales	10
3 Modélisation conceptuelle des données	10
4 Implémentation	13
4.1 Implémentation de la base de données	13
4.2 Intégration des données	15
4.2.1 Intégration de fichier Excel	15
4.2.2 Intégration de fichier de type shape	15
4.3 Saisie de données, mise à jour et restitution d'informations issues de la base de données	17
5 Recommandations	18
6 Remarques	Erreur ! Signet non défini.
7 Annexes	18
7.1 Annexe 1 : Termes de références des prochaines missions.	18
7.1.1 Intégration des données, formulaires de saisie	18
7.1.2 Procédures d'estimation	18
7.1.3 Administration système et réseau	18
7.2 Annexe 2 : Dictionnaire de données	19
7.2.1 Liste des tables :	19
7.2.2 Liste des colonnes des tables :	19
7.3 Annexe 3 : Script SQL	22

1 Positionnement de la mission

1.1 Acronymes

AGL : Atelier de Génie Logiciel

CNCT : Centre National de la Cartographie et de la Télédétection

DGEDA : Direction Générale des Etudes et du Développement Agricole

DGPA : Direction Générale de la Production Agricole

EA : Entités / Association

GPS : Global Positionning System

INM : Institut National de la Météorologie

LAN : Local Area Network

MA : Ministère de l'Agriculture.

MCD : Modèle conceptuel de données

MPD : Modèle physique de données

NDVI : Normalized Difference Vegetation Index

OGC : Open Geospatial Consortium

PDA : Personal Digital Assistant RAM : Random Access Memory

SCAT : Suivi des campagnes céréalières et de prévision des productions de blé et de l'orge par télédétection

SDATN : Sous Direction des Applications et Technologies Nouvelles

SGBD : Système de Gestion de Base de Données

SQL : Structured Query Language

TDR : Termes de Référence

W*S : Web Services cartographiques normalisés par l'OGC (Map, Feature, Process)

UML : Unified Modeling Language

1.2 Contexte

Le projet de jumelage vise à renforcer les capacités du CNCT et du Ministère de l'Agriculture (MA) pour la mise en place d'un système opérationnel de prévision des productions des céréales par télédétection.

Cette mission s'inscrit dans le cadre des activités de la composante C (Mise en place d'un Système d'information opérationnel de prévision des récoltes des céréales), et plus particulièrement sur la tâche C2 consacrée à l'appui à la définition des besoins, des outils de développement et à la conceptualisation du système ainsi que sur la tâche C4 pour l'appui à la mise en place du système tunisien de prévision des récoltes des céréales.

1.3 Objectifs

La tâche C2 prévoit deux missions successives. La première pour d'abord faire le point de l'existant, identifier les grands domaines fonctionnels ainsi que de construire une première ébauche de l'architecture informatique : logiciels de base de données, organisation des serveurs.

Depuis la mission initiale effectuée entre la fin janvier et le début février, les activités ont été menées sur les différentes composantes :

- A. Choix de la méthodologie d'estimation des surfaces des céréales par télédétection :
 - a. A2 - Une stratification nationale et des stratifications par gouvernorat ont été réalisées et soumises aux partenaires pour avis et commentaires.
 - b. A3 - Un plan de sondage national sur une grille régulière a été réalisé. C'est ce plan de sondage qui va être utilisé cette année par le CNCT pour les « vérités » terrain.
 - c. A4 - L'analyse a permis de faire des propositions pour une acquisition bi-date pour 2012 et sur les choix possibles en 2013.

- B. Mise en place de la méthodologie d'estimation des surfaces des céréales par télédétection
- B1 -.Maquette du manuel de la procédure opératoire pour les enquêtes terrain soumis aux partenaires pour finalisation.
 - B2.Documents récapitulatifs des travaux des formations à l'utilisation d'un GPS et d'un PDA.
- C. Mise en place d'un Système d'information opérationnel de prévision des récoltes des céréales
- C2 - Appui à la définition des besoins, des outils de développement et à la conceptualisation du système.
 - C3 - Renforcement des compétences pour le développement d'un système d'information de prévision précoce des récoltes céréalières

Cette seconde mission de la composante C2 réalisée par Michel Passouant, dédiée à la conception du SI, vient donc intégrer les résultats des autres missions (tant sur les fonctionnalités - composantes A et B – que de la formation aux outils de la mission C3) afin de spécifier de manière détaillée l'organisation de la base de données (modèle conceptuel et physique de données), des traitements et des procédures (diagrammes de séquences et spécifications fonctionnelles détaillées).

Les missions d'appui pour la mise en œuvre du système d'information s'effectuent dans le cadre de la tâche C4. Le second expert, Vincent Bonnal, avait comme objectif d'appuyer les partenaires tunisiens à la mise en œuvre d'une base de données suivant un modèle conceptuel de données élaboré dans la tâche C2. La présence conjointe des deux experts a permis de faciliter le passage de l'élaboration conceptuelle à l'implémentation physique (la mise en œuvre) de la base de données et a permis de commencer à alimenter la base de données.

Il est à noter que le renforcement des compétences des partenaires tunisiens sur l'administration d'OpenGeo Suite et la modification de l'architecture afin de « personnaliser » l'interface et ajout de certaines fonctionnalités sera abordé dans une mission ultérieure.

1.4 Déroulement de la mission

Jour	Programme de travail
Lundi 23 Avril 9 h - 17 h CNCT	<p>Système d'information : point sur l'état d'avancement des travaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> Organisation du site Déploiement de PostGis <p>Production du bulletin :</p> <ul style="list-style-type: none"> Retour sur les procédures de calculs des surfaces et des rendements <p>Enquête parcelle : point sur les documents de terrain proposés en mission B1</p> <p>Première réunion d'équipe</p>
Mardi 24 Avril 9 h - 17 h CNCT	<p>Point détaillé des fonctionnalités attendues – données, procédures de gestions et traitements :</p> <ul style="list-style-type: none"> Enquêtes et estimation des surfaces en céréales Gestion du fond d'images satellitales du CNCT Production du bulletin mensuel de suivi des campagnes céréalières par télédétection <p>Modélisation des données du domaine enquêtes et estimation des surfaces en céréales, à l'aide d'un l'atelier de génie logiciel (AGL) :</p> <ul style="list-style-type: none"> Ecriture du modèle conceptuel de données Génération du modèle logique
Mercredi 25 Avril 9 h - 17 h CNCT	<p>Fin de la modélisation des données du domaine enquêtes et estimation des surfaces en céréales, à l'aide d'un l'atelier de génie logiciel (AGL) :</p> <ul style="list-style-type: none"> Génération du modèle logique Implémentation du modèle physique partiel sous PostGis <p>Complément du modèle avec les données du domaine suivi de</p>

Jour	Programme de travail
	campagne. Poursuite des travaux avec l'atelier de génie logiciel (AGL) : <ul style="list-style-type: none"> • Ecriture du modèle conceptuel de données • Génération du modèle logique • Implémentation du modèle physique global sous PostGis
Jeudi 26 Avril 9 h - 17 h CNCT	Début d'implémentation : <ul style="list-style-type: none"> • Intégration de données géographique dans la base postgis à partir du client QGis • Intégration de données tabulaire (excel) à partir du logiciel Talend Open Studio • Identification de difficultés dans QGis liées aux clés primaires multi-attributs et non numériques • Recherche de solution à l'accès aux données PostGis depuis ArcGis et Access Reprise systématique des composants graphiques, tabulaires et images des différents bulletins de suivi de campagne
Vendredi 27 Avril 9 h - 13 h CNCT 14h – 17h Soirée retour en France	Synthèse de la semaine. Mise à jour du plan d'action et propositions pour la suite du projet, en particulier pour les besoins en formation et en administration informatique. Rédaction du rapport de mission

2 Fonctionnalités du système d'information

Les acteurs en présence sont d'une part le Ministère de l'Agriculture par la DGEDA, de la division des Statistiques et la DGPA, et le CNCT, par sa direction technique et la sous direction SDATN.

Au sein du CNCT, il faut distinguer d'une part l'équipe informatique, en charge du développement et de l'administration du système d'information, et d'autre part l'équipe télédétection en charge de la production d'informations à partir des enquêtes terrain et du traitement des images satellites.

Parmi les domaines fonctionnels identifiés au cours de la première mission, les trois domaines fonctionnels relevant de l'estimation des surfaces, de la production du bulletin de suivi de campagne et de gestion du catalogue des images ont été abordés.

2.1 Estimation des « surfaces »

Les deux approches pour l'estimation des surfaces en céréales, qu'elle soit conduite par le ministère avec une approche de type statistique agricole, ou par le CNCT à partir de la télédétection, partagent le principe de collecte d'informations de terrain.

Dans les deux cas, cette collecte s'appuie sur un échantillonnage selon un sondage aréolaire à deux niveaux des parcelles observées (niveau 2) regroupées en segments (niveau 1).

Les enquêteurs se rendent sur les segments afin de réaliser des relevés :

- Pour enregistrer des éventuelles modifications sur les parcelles : fusions, scissions, modification de forme
- Relever les cultures principales et secondaires pratiquées.

En l'état actuel d'avancement du projet, on peut identifier et préciser que le système d'information doit donc assurer les fonctionnalités suivantes :

- Enregistrement des caractéristiques des segments.
- Enregistrement des caractéristiques des parcelles
- Enregistrement des observations des cultures

- Production des bordereaux de collecte de données par segment (carte d'accès, plan parcellaire, tableau des parcelles).

Les prochaines missions vont permettre de détailler le processus d'estimation de surface à partir des données de terrain et soit de la méthode statistique soit de la méthode télédétection.

Les deux méthodes partagent la même nomenclature d'occupation du sol.

2.1.1 Enquête ministère de l'agriculture

Le détail des procédures et des données collectées dans cette approche n'est pas encore connue avec précision. On peut néanmoins faire l'hypothèse que sur chacun de ses segments d'enquête, le ministère fournit au CNCT un tableau donnant pour les postes de la nomenclature les pourcentages de leurs surfaces rapportées à la surface totale enquêtée pour le segment.

Pour le système d'information, et en l'état actuel d'avancement des travaux, on assurera donc la saisie d'une part des caractéristiques des segments, et d'autre part l'occupation du sol exprimée en pourcentage.

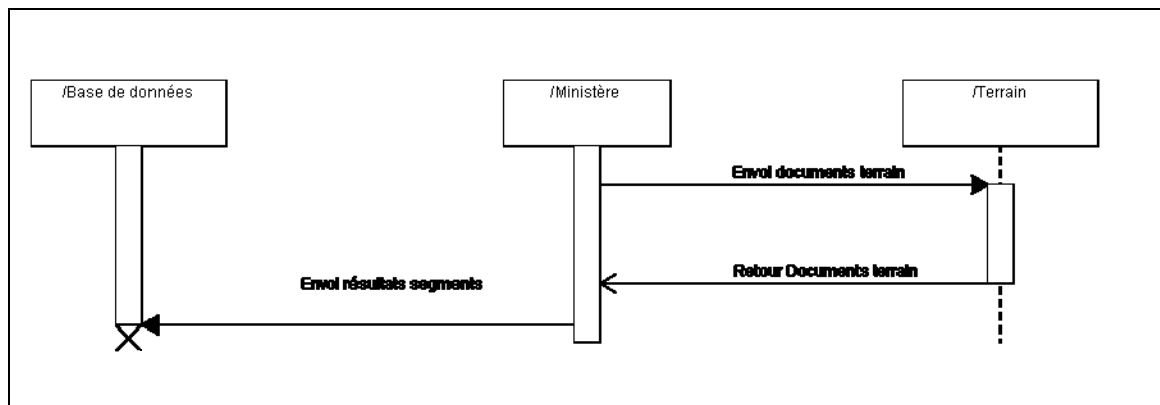


Figure 1 : Relevés Ministère Agriculture

2.1.2 Enquête CNCT

Pour la réalisation de son enquête terrain, le CNCT va effectuer des relevés localisés au niveau de chacune des parcelles culturales des segments constituant l'échantillon.

Le processus d'enquête part de la base de données qui produit pour l'ensemble des segments à enquêter et pour l'année N-1 et les transmet au service de télédétection:

- Le document d'enquête terrain en format pdf et destiné à être imprimé, comportant les caractéristiques du segment, sa carte d'accès, un fond google earth à très haute résolution, le fond vecteur des parcelles avec leurs identifiants et un tableau pour la saisie de l'occupation du sol de chacune des parcelles. Ce document est transmis au service télédétection pour être remis aux enquêteurs de terrain.
- Une extraction sous forme de fichier géoférencé des extraits de google earth et du fond vecteur sous forme de fichier shape de toutes les parcelles des segments. Ces fichiers sont remis au service télédétection.

En fin de relevé terrain, les bordereaux sont retournés au service de télédétection qui assure la saisie / mise à jour des informations géographiques et attributaires :

- Pour la mise à jour de la liste et des contours des parcelles, le fichier « shape » est repris en cas de i) création de nouvelles parcelles, ii) de fusion d'anciennes parcelles, iii) de scission, iv) ou de simple changement de forme de parcelles actuelles. A cet effet les mises à jour se feront par numérisation à l'écran à partir du fichier « shape » du fond parcellaire superposé sur les images haute résolution et comparé au relevé des enquêteurs.
- Pour chaque parcelle du fichier shape, et en regard des relevés de terrains, les cultures principales et secondaires (si besoin) sont choisies à partir de la nomenclature des types d'occupation du sol.

Une fois la saisie terminée, les données sont intégrées dans la base de données avec création d'une nouvelle version du parcellaire, portant la date de la campagne courante, avec les contours géométriques (éventuellement mis à jour) des parcelles ainsi que l'occupation du sol.

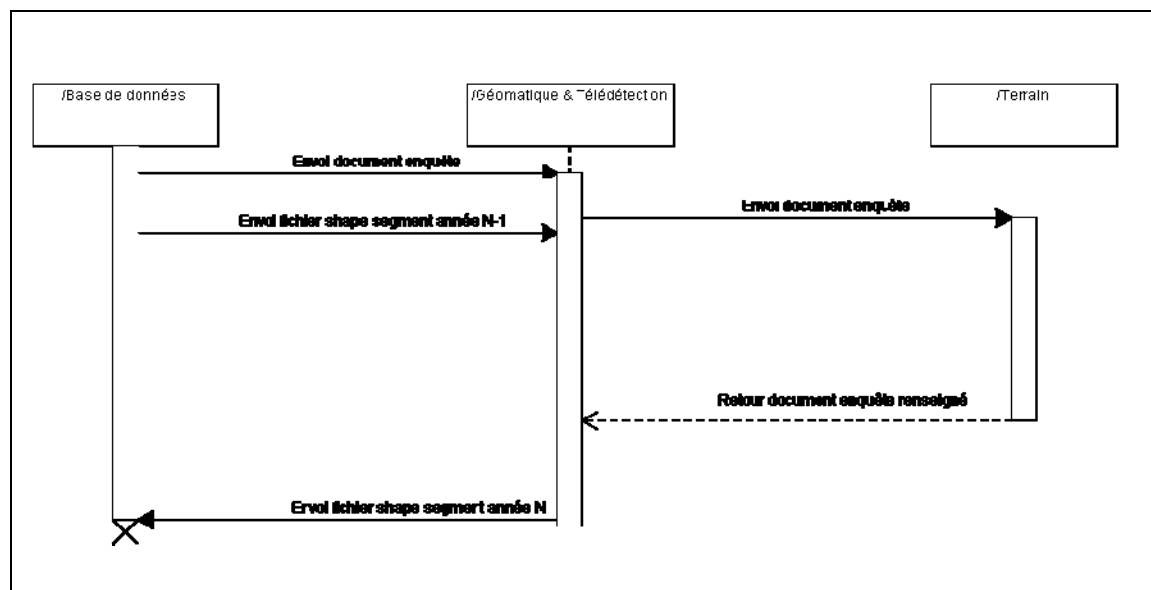


Figure 2 : Relevés CNCT

2.1.3 Estimation de surface

En l'état actuel d'avancement du projet, les méthodes et procédures d'estimation de surface ne sont pas suffisamment précisées pour poursuivre la spécification des fonctionnalités que doit assurer le système d'information ni identifier les données supplémentaires à collecter, conserver ou élaborer.

En effet, c'est au cours des missions prochaines que vont être mises au point les méthodologies de traitement des informations rassemblées afin de produire des chiffres de superficie occupées dans chaque gouvernorat par les cultures de blé tendre, blé dur et orge.

2.2 Bulletin de suivi de campagne

La production du bulletin de suivi de campagne constitue la deuxième activité qui doit être prise en charge par le système d'information.

Une compilation de l'ensemble des bulletins fait apparaître, pour chacun d'eux, une série de mises en forme de données à effectuer à partir de requêtes extraites de la base de données ou de reprises des images (brutes ou traitées) issues de la télédétection.

Bulletin	Thème	Type	Produit
Janvier	Pluie	Tableau	Par gouvernorat, variation en pourcentage des pluies relativement année précédente et à la moyenne : <ul style="list-style-type: none"> Sept -> Nov Déc->Jan
		Graphique	Par gouvernorat, pluie et pluie cumulée de septembre à mois courant : <ul style="list-style-type: none"> Année N N-1 Moyenne
	NDVI	Tableau	Par gouvernorat, variation en pourcentage du NDVI moyen de 3 ^{ème} décade de janvier : <ul style="list-style-type: none"> N-1

Bulletin	Thème	Type	Produit
			<ul style="list-style-type: none"> Moyenne
		Image	Comparaison moyenne : <ul style="list-style-type: none"> 3 décades décembre / moyenne 3 décades janvier / moyenne
		Image	Comparaison année N-1 : <ul style="list-style-type: none"> 3 décades décembre / année N-1 3 décades janvier / année N-1
Février	Pluie	Graphique	Par gouvernorat, variation en pourcentage des pluies cumulées depuis septembre relativement année précédente et à la moyenne.
		Graphique	Par gouvernorat, pluie et pluie cumulée de septembre à mois courant : <ul style="list-style-type: none"> Année N N-1 Moyenne
	NDVI	Graphique	Par gouvernorat, variation en pourcentage du NDVI moyen des 3 décades de février par rapport à la moyenne
		Image	Comparaison moyenne : <ul style="list-style-type: none"> 3 décades février / moyenne
		Image	Comparaison année N-1 : <ul style="list-style-type: none"> 3 décades février / année N-1
Mars	Pluie	Graphique	Par gouvernorat, variation en pourcentage des pluies cumulées depuis septembre relativement année précédente et à la moyenne.
		Graphique	Par gouvernorat, pluie et pluie cumulée de septembre à mois courant : <ul style="list-style-type: none"> Année N N-1 Moyenne
	NDVI	Image	Variation du NDVI cumulés de décembre à chaque décade de mars, en rapport à la moyenne (1998-2009) <ul style="list-style-type: none"> 3 décades I
		Graphique	Variations (%) des valeurs cumulées de l'NDVI de la campagne 2010-2011 par rapport à la moyenne (1998-2009) sur trois périodes : <ul style="list-style-type: none"> Déc-Jan Dec-Fév Déc-Mars
		Image	Variation du NDVI cumulés de décembre à chaque décade de mars, en rapport à l'année N-1 <ul style="list-style-type: none"> 3 décades
		Graphique	Variations (%) des valeurs cumulées de l'NDVI de la campagne 2010-2011 par rapport à la moyenne (1998-2009) sur trois périodes : <ul style="list-style-type: none"> Déc-Jan Dec-Fév Déc-Mars

Bulletin	Thème	Type	Produit
Avril	Pluie	Graphique	Par gouvernorat, variation en pourcentage des pluies cumulées depuis septembre relativement année précédente et à la moyenne.
		Graphique	Par gouvernorat, pluie et pluie cumulée de septembre à mois courant : <ul style="list-style-type: none"> • Année N • N-1 • Moyenne
	NDVI	Image	Variation du NDVI cumulés de décembre à chaque décade d'avril, en rapport à la moyenne (1998-2009) <ul style="list-style-type: none"> • 3 décades I
		Graphique	Par gouvernorat, variation en pourcentage du NDVI moyen de 3 ^{ème} décade d'avril par rapport à la moyenne
		Image	Variation du NDVI cumulés de décembre à chaque décade d'avril, en rapport à l'année N-1 <ul style="list-style-type: none"> • 3 décades avril
		Graphique	Par gouvernorat, variation en pourcentage du NDVI moyen des de la décade 3 décades d'avril par rapport à l'année N-1
	Rendements télédétection	Tableau	Par gouvernorat, et pour 3 céréales (blé dur, blé tendre, orge) rendements en Qx/ha : <ul style="list-style-type: none"> • Année en cours • Variation moyenne
Mai	NDVI	Graphique	Par gouvernorat, évolution des NDVI moyen : <ul style="list-style-type: none"> • de l'année N • de l'année N-1 • mini de l'historique • maxi de l'historique • moyenne de l'historique
	Rendements télédétection	Tableau	Par gouvernorat, pour 3 céréales (blé dur, blé tendre, orge) <ul style="list-style-type: none"> • Rendements estimée par télédétection en qx/ha de l'année en cours • Variation estim<-> moyenne en pourcentage
	Surfaces récoltées télédétection	Tableau	Par gouvernorat, <ul style="list-style-type: none"> • Surfaces récoltées estimées par télédétection en ha pour 3 céréales (blé dur, blé tendre, orge) de l'année en cours • Total surface estimée • Surface céréale moyenne ministère (1999-2009) • Variation estim<-> moyenne en pourcentage
	Surfaces emblavées télédétection	Tableau	Par gouvernorat, <ul style="list-style-type: none"> • Surfaces emblavées estimées par télédétection en ha pour 3 céréales (blé dur, blé tendre, orge) de l'année en cours • Total surface estimée • Surface céréale moyenne ministère (1999-2009) • Variation estim<-> moyenne en pourcentage

Bulletin	Thème	Type	Produit
	Prévision de récolte à partir de la télédétection	Tableau	Par gouvernorat, <ul style="list-style-type: none"> • Prévision de récolte estimée par télédétection en ha pour 3 céréales (blé dur, blé tendre, orge) de l'année en cours • Total production estimée • Production totale céréale moyenne ministère (1999-2009) • Variation estim<-> moyenne en pourcentage
	Prévision de récolte à partir de la télédétection	Tableau	Pays entier, <ul style="list-style-type: none"> • Prévision de récolte estimée par télédétection en ha pour 3 céréales (blé dur, blé tendre, orge) de l'année en cours • Total production estimée • Production totale céréale moyenne ministère (1999-2009) • Variation estim<-> moyenne en pourcentage
	Production de céréale total	Graphique	Pays entier, <ul style="list-style-type: none"> • Historique depuis 1999 • Prévision télédétection année N

Tableau 1 : Structure bulletins suivi de campagne

Pour répondre à ces besoins, trois types de fonctionnalités à mettre en place :

- Initialisation de la base de données. Il s'agit de charger les données historiques disponibles actuellement. Cela se fera par intégration de données principalement et va concerner :
 - Les valeurs NDVI par gouvernorat pour les années antérieures
 - Intégration mensuelle des données pluviométrique
- En fonctionnement en routine, les données selon leurs origine et les choix organisationnels faits, seront soit saisies à l'aide de formulaires de saisie accédant aux tables de la basen soit des procédures d'intégration de données. Cela va concerner :
 - Saisie mensuelle des valeurs NDVI par gouvernorat
 - Saisie des estimations de rendement et de surface issues de la télédétection
 - Intégration mensuelle des données pluviométrique
 - Saisie annuelle des surfaces et rendement céréales issus du Ministère de l'agriculture
- Préparation des tableaux ou graphiques par requêtage et mise en forme à partir du tableau ci-dessus et en recensant, pour les programmer, les différentes requêtes, graphiques et tableau..

2.3 Gestion des images satellitales

La gestion des fichiers des images n'est pas apparue comme un problème prioritaire et donc sa prise en charge par le système d'information a été reportée. Il n'a pas été pris de décision ni quant aux outils à mettre en place (base de donnée adhoc, gestion par GeoNetwork...).

Par contre le besoin de la mise en place d'une politique et des procédures de sécurisation des données (brutes, élaborées) a été identifié. En attendant qu'une décision sur la méthodologie à mettre en œuvre pour gérer les images satellitales, il a été proposé de prendre en compte dans le modèle conceptuel de données l'emplacement physique des images par une table permettant de stocker le chemin relatif ainsi que le nom des fichiers d'images satellitales.

3 Modélisation conceptuelle des données

En reprenant les domaines fonctionnels ci-dessus on identifie les ensembles de données suivants, qui sont organisés selon le modèle conceptuel de données figurant sur le schéma ci-dessous :

1. Référentiels :
 - a. fond administratif : délégations et gouvernorat avec codification, libellé et contour géographique
 - b. fond illustratif : carte des routes, des forêts, barrages...
 - c. stratifications du territoire
 - d. nomenclature : cultures...,
2. Enquête segments :
 - a. Liste des segments : identifiant, campagne d'activité (utilisation pour les enquêtes), surface, éléments de localisation et plans divers, contour géométrique.
 - b. Parcelles – liste des parcelles enquêtées année par année - : identifiant, surface, occupation du sol principale et secondaire, contour géométrique
 - c. Relevés ministère : par année et par segment pourcentage en surface des différentes classes d'occupation du sol
3. Bulletin suivi de campagne :
 - a. Mesures NDVI : par campagne, par décade et par gouvernorat, valeur moyen de NDVI
 - b. Pluie : par délégation, par année et mois, pluies cumulée du mois
 - c. Pluie moyenne : par délégation, par mois, pluies cumulée moyenne sur la période de référence pour le mois
 - d. Données de suivi de campagne : paramètres issus de spot végétation, mesures statistiques agricoles – NDVI, surfaces, rendements, productions.

Un logiciel spécialisé (AGL – Atelier de Génie Logiciel) a été utilisé pour rédiger le modèle conceptuel de données selon le formalisme entité/association. Dans cette étape, on s'est aligné sur les pratiques et les outils de l'équipe informatique du CNCT.

Le recours à ces outils permet d'une part la rédaction du modèle à partir d'un interface graphique, la vérification de la validité syntaxique du modèle, la création automatique de tous les documents afférents, mais aussi assure les transformations nécessaires pour l'implémentation physique du modèle conceptuel.

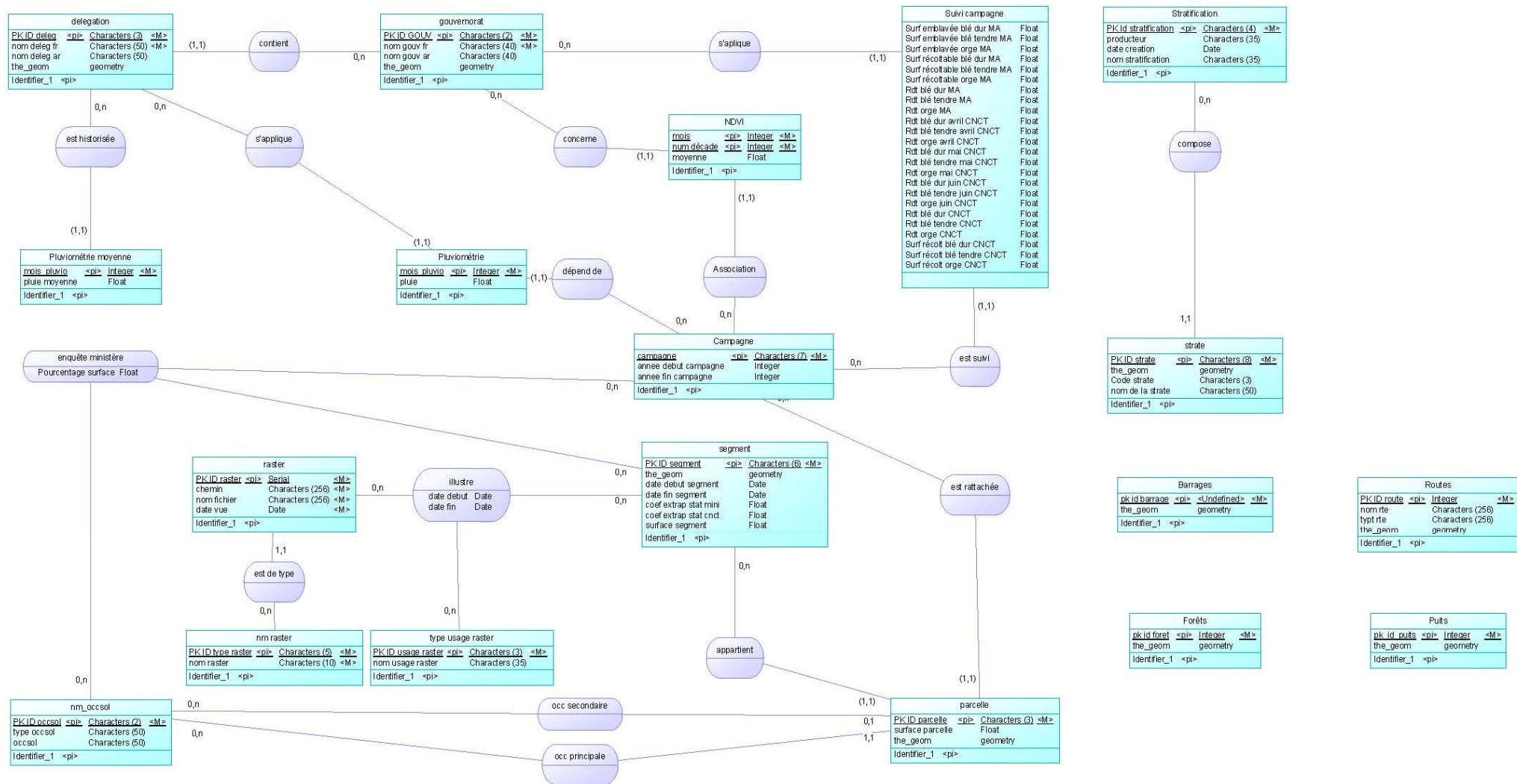


Figure 3 : Modèle Conceptuel de Données

4 Implémentation

La phase de conceptualisation s'achève par l'élaboration du Modèle Conceptuel de Données (MCD). L'élaboration du Modèle Physique de Données (MPD) dépend quand à lui fortement du gestionnaire de bases de données destinataire. Il est alors nécessaire de réaliser certaines adaptations, notamment au niveau des types de données à implémenter.

4.1 Implémentation de la base de données

L'implémentation de la base de données à partir du Modèle Conceptuel de Données nécessite trois étapes.

La **première étape** est la génération du modèle Physique de données et du script SQL correspondant. Le MPD est obtenu par génération automatique depuis le MCD. Il est alors nécessaire de vérifier et valider le modèle obtenu. Une fonctionnalité de l'atelier de génie logiciel qui peut-être utilisé est la fonction « Check model ». Cette fonction permet de vérifier qu'aucune redondance de champs n'existe, mais également que toutes les entités définies dans le CDS possèdent bien une clé primaire. Dans le modèle physique de données, il est important de vérifier la casse et l'absence de mots clé ou signes cabalistique dans le nom des tables, des attributs ou des clés primaires et étrangères. Une dernière vérification des types de données utilisés a été réalisée. En effet, chaque base de données possède son propre « lexique » quand au type de données utilisables. Par exemple, le type *integer* n'existe pas dans PostgreSQL. Il faut mentionner pour le type entier « INT4 ». De même, nous allons utiliser un type de champs particuliers propres à PostgreSQL/PostGIS permettant de stocker de l'information géographique. Par convention, ce champs est nommé *the_geom* et est de type *geometry*.

Une fois ces vérifications réalisées, il a été procédé à la génération d'un ensemble de scripts SQL permettant de générer les tables et relations au sein d'une base de données physique.

La **seconde étape** consiste à créer une base de données vierge. L'utilisation de l'outil PgAdmin III facilite grandement l'opération. Il est à noter que nous devons créer une base de données permettant de stocker de l'information géographique par l'intermédiaire de PostGIS. Lors de la création de la nouvelle base de données, nous utiliserons donc le modèle *template_postgis*.

La **troisième étape** est l'ajout des structures de données (tables, index primaires et secondaires, clés étrangères et séquences) grâce au script SQL précédemment généré. Toujours sous PgAdmin III, une fois la base de données spatialisées vierge créée, nous utiliserons l'outil SQL en chargeant le script SQL généré par l'atelier en génie logiciel. Une fois le script chargé, nous l'exécutons. Les tables, les index primaires, les clés étrangères et les séquences sont créés et opérationnelles.

La base ainsi créée possède la structure permettant de stocker de l'information. Une partie de cette information est géométrique. Après l'exécution du script SQL il reste nécessaire de renseigner la table *geometry_columns* dédiée à recevoir les déclarations des tables possédant un champ de type *geometry*. Cette déclaration est absolument nécessaire. Les principales informations à donner sont le nom de la table disposant d'un champ de type *geometry*, le nom du champs, sa référence spatiale (nous utiliserons majoritairement la projection « Carthage / UTM 32N » avec le code EPSG :22332, mais également son type (point, ligne, multipolygone).

Les tables disposant d'un champ de type *geometry* sont :

- segment
- parcelle
- strate
- gouvernorat
- délégation

D'autres tables peuvent être par la suite ajoutées. Celles-ci n'ont pas d'utilité fonctionnelle dans le schéma du système d'information, mais peuvent s'avérer utiles à son utilisation. C'est le cas des tables routes, barrage, forêts, puits... Ces tables doivent également être mentionnées dans la table *geometry_columns* avec leur code ESPG (ou SRID) propre qui peut-être également « WGS84 / UTM 32N ».

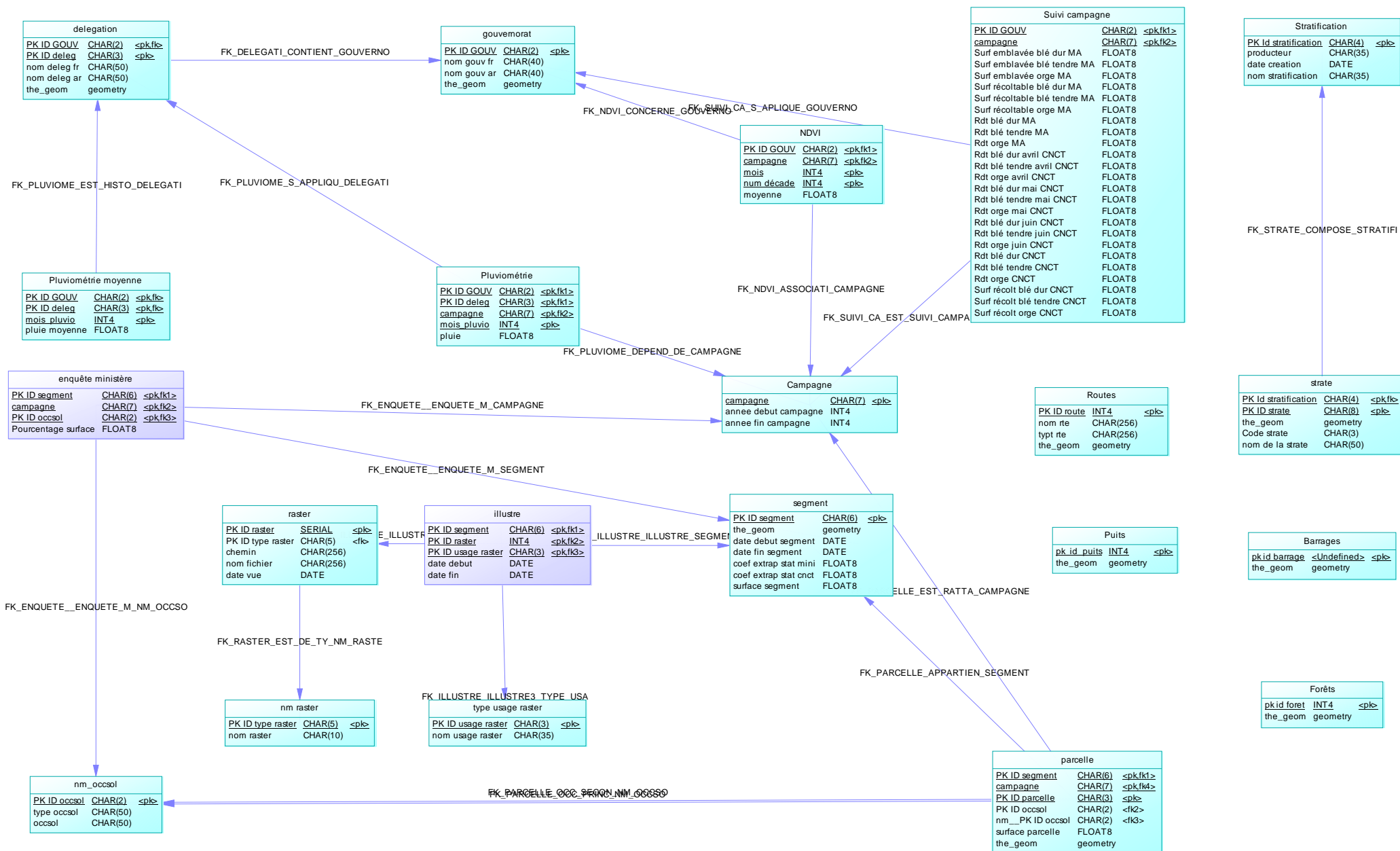


Figure 4 : Modèle Physique de Données

4.2 Intégration des données

Des données de différents types de supports devant être intégrées à la base de données ont été identifiées. Des données tabulaires, stockées dans des fichiers Excel (tel que la pluviométrie, les NDVI, ...) et des données stockées dans des fichiers de type shapefile. D'autres données seront à intégrer, notamment les données issues du traitement automatisé des images de *Spot Vegetation*. Ces données seront produites par la chaîne de traitement géographique sous forme de tableau. Le format définitif de stockage de ces tableaux n'a pas encore été arrêté, mais ils seront probablement gérés de la même façon que les données stockées par l'intermédiaire de fichiers Excel.

Il a été identifié deux temps pour l'intégration des données. En premier, il s'agira d'intégrer l'ensemble des données disponibles et devant être gérées dans la base de données vierge. Cette intégration initiale de données pourrait être prise en charge par l'équipe de développement, mais ce point doit être validé. Ensuite, viendra le maintien à jour des données stockées. Dans cette phase, il conviendra de spécifier explicitement les utilisateurs ayant ce rôle, et également de prévoir les interfaces/outils nécessaires à cette mise à jour.

4.2.1 Intégration de fichier Excel

Après un rapide examen des quelques fichiers de type *.xls ou *.xlsx présentés, il semble que pour un même type de variable, les structures soient cohérentes. Ce point reste cependant à confirmer en disposant, de façon exhaustive, de l'ensemble des fichiers Excel disponibles. De plus, nous n'avons pas pu déterminer leur nombre exact ni la variété des fichiers Excel devant être exploités.

Aussi, si les structures de fichiers Excel restent cohérentes, l'usage d'un outil d'intégration de données (ETL), tel que Talend Open Studio, est une solution envisageable. Dans ce dernier outil, l'intégration des données passe par la création de scripts nommés « jobs ». Les jobs permettent en effet d'automatiser les tâches d'intégration de données, mais également de croiser ou de vérifier la qualité des données. Cet outil puissant nécessite cependant une prise en main qu'il ne faut pas négliger. Une prochaine mission C4 pourrait être consacrée à cette problématique, mais il est nécessaire que la liste exhaustive de tous les types de fichiers possibles soit auparavant disponible. De même, l'ensemble des ces fichiers devra être regroupé et à disposition des équipes de développement pour valider l'usage, ou non, d'un ETL pour l'intégration de ces données.

Dans le cas où les fichiers Excel ne seraient pas cohérents, il faudra prévoir une intégration de données avec une phase de mise en forme manuelle de façon à disposer d'une structure de fichier simple à intégrer (également par l'usage d'un ETL ou plus simplement, par l'utilisation d'outils intermédiaires tels qu'Access avec liaison ODBC).

4.2.2 Intégration de fichier de type shape

Les fichiers shape (ou fichiers de formes) peuvent être utilisés comme format de stockage, d'échange et de manipulation de données spatialisées. Par exemple, la saisie de l'occupation de sol des parcelles ainsi que les formes géométriques des parcelles peuvent être stockées et manipulées à travers ce fichier via un éditeur SIG tel qu'ArcGIS ou QuantumGIS.

Méthodologie par l'exemple : Enquête CNCT 2011-2012

Pour réaliser les opérations décrites dans le paragraphe « 2.1.2 Enquête CNCT », hors création du fichier pdf pour l'enquête terrain et en supposant que l'intégration initiale des données dans la base de données a été réalisée, les experts proposent la méthodologie suivante et qui comporte 3 étapes :

1. Remise au service télédétection de fichier géoréférencés de l'extrait de Google Earth et du fond vecteur parcellaire et segment sous forme de fichier shape.

2. Modification par le service télédétection du fichier shape des parcelles (fusion, scission, déformation, suppression de parcelles...), et l'occupation du sol est renseignée.
3. Intégration dans la base de données du parcellaire modifié avec la date de la campagne courante, les contours éventuellement mis à jour ainsi que l'occupation du sol des parcelles.

La première étape consiste à extraire de la base de données un fichier de forme issu des données de la table `parcelle`. Pour cela, il faut utiliser l'utilitaire fourni avec PostGIS `pgsql2shp.exe` (et présent dans le répertoire *bin* du chemin d'installation de PostGIS).

```
pgsql2shp [options] database query
```

Les options courantes sont :

```
-f <filename> Write the output to a particular filename.
-h <host>      The database host to connect to.
-p <port>      The port to connect to on the database host.
-P <password> The password to use when connecting to the database.
-u <user>      The username to use when connecting to the database.
```

Aussi pour extraire les données de la table `parcelle` depuis la base de données *estim_surface*, une commande typique pourrait être :

```
pgsql2shp -f "parcelle2010_2011.shp" -h localhost -p 3254 -P postgres -u postgres
estim_surface "SELECT * FROM parcelle WHERE pk_id_campagne='2011-12'"
```

La seconde étape consiste à faire modifier le fichier de forme `parcelle2010_2011.shp` et renseigner l'occupation du sol pour chacune des parcelles, voir d'ajouter/modifier/supprimer/fusionner de nouvelles parcelles.

Cette étape peut-être réalisée sous différents outils SIG : ArcGIS, QuantunGIS ou même Google Earth. **Il est à noter qu'aucune décision n'a été prise à ce sujet.**

Une fois le fichier modifié, il conviendra de le renommer, par exemple `parcelle2011_2012.shp`

La troisième étape s'effectue par l'importation du fichier de forme des parcelles, fichier dont le contenu a été modifié, et se réalise en deux phases. La première phase consiste à importer dans une table temporaire, au sein de la base de données, le fichier shape ainsi que sa table attributaire. La seconde phase consiste à mettre à jour la table destinataire par une requête de mise à jour dont les données proviennent de la table temporaire.

Prenons l'exemple d'un fichier de forme nommé « `parcelle2011_2012.shp` » placé dans « `C:/` » dont la table attributaire contient les attributs suivants : `idParcelle`, `surface`, `idCulturePrincipale`, `idCultureSecondaire`, `idSegment`. Supposons que l'EPSG de ce fichier soit 22332 (soit « Carthage / UTM 32N »).

L'objectif est d'intégrer ce fichier shape dans la table de même nom « `parcelle` » déjà présente dans la base de données et sans écraser la table. Or, la table peut éventuellement posséder une structure différente : `PK_ID_PARCELLE`, `PK_ID_SEGMENT`, `PK_ID_CAMPAGNE`, `SURFACE_PARCELLE`, `FK_ID_OCCSOL_PRIM`, `FK_ID_OCCSOL_SEC`.

Remarque : la table possèdera probablement une structure différente du fichier de forme lors de l'importation initiale du fichier shape. Ensuite, lors des enquêtes CNCT, le fichier de forme des parcelles étant issu de la base de données, les attributs seront identiques et la requête de mise à jour simplifiée. Nous prendrons donc pour la suite le cas le plus complexe, celui de la mise à jour initiale...

En supposant que idParcelle et idSegment du fichier shape sont uniques et correspondent aux mêmes couples PK_ID_PARCELLE et PK_ID_SEGMENT que ceux de la table Parcelle, les manipulations d'intégration, via une table temporaire sont les suivantes :

1. Transformer le fichier shape en commande SQL grâce à 'outil shp2pgsql.exe (situé dans le répertoire c:\Program files\Postgresql\8.4\bin\ avec la commande suivante :

shp2pgsql [options] shapefile table

Les options usuelles étant : -s 22332 et -W UTF-8, ce qui donne :

```
shp2pgsql -s 22332 -W UTF-8 "c:\Parcelle.shp" parcelle_temp
```

2. Ajouter le contenu de la table parcelle_temp à la table parcelle (en spécifiant une nouvelle campagne) :

```
INSERT INTO parcelle
(PK_ID_PARCELLE, PK_ID_SEGMENT, PK_ID_CAMPAGNE, SURFACE_PARCELLE,
FK_ID_OCCSOL_PRIM, FK_ID_OCCSOL_SEC)
SELECT idParcelle, idSegment, '2012-11' as Expr1, surface,
idCulturePrincipale, IdCultureSecondaire
FROM parcelle_temp
```

La méthodologie proposée pourra être appliquée pour tout type de fichier shapefile tels que les routes, les barrages,...

4.3 Saisie de données, mise à jour et restitution d'informations issues de la base de données

Dès que toutes les données auront été intégrées initialement dans la base de données (ou stockée sur un espace disque du serveur, notamment pour les images raster) par l'équipe de développement, le maintien à jour de ces informations nécessite de réaliser un listing exhaustif des fonctionnalités à mettre en œuvre pour mettre à jour la base de données (ajouter, modifier ou supprimer des données).

Ce listing de fonctionnalité devra notamment spécifier si la mise à jour doit être possible à travers une interface dédiée à développer, ou une interface tierce à travers, par exemple, un accès ODBC vers la base de données PostgreSQL/PostGIS et un formulaire sous Microsoft Acces.

Il faudra pouvoir répondre aux questions suivantes :

- Qui réalise les mises à jour de données tabulaires?
- Comment sont réalisées les mises à jour de données tabulaires?
- Qui réalise les mises à jour de données géographiques?
- Comment sont réalisées les mises à jour de données géographiques?

Concernant la réalisation de formulaire de saisie pour les données géographique, il est également possible, pour réaliser la saisie, de créer un simple tableau de données attributaires. Le problème qui s'impose dans ce cas est le risque de saisie de données erronées. Il s'avère donc nécessaire, d'étudier la mise en œuvre d'un outil de saisie (formulaire ou basé sur une présentation de type table attributaire) disposant de liste de choix qui correspondent parfaitement avec la nomenclature arrêtée. Ce point sera arrêté lorsque la liste des fonctionnalités nécessaires à la saisie et à la mise à jour des données seront fixée et connue.

En ce qui concerne la restitution des données issues de la base de données (par exemple pour la réalisation automatique d'une partie du bulletin) un ensemble de requêtes SQL devront être élaborées suivant les données nécessaires à produire. Une analyse fine des besoins en information devra donc être réalisée et spécifiée.

5 Recommandations

La mise en place du système d'information doit s'accompagner, de par sa dimension gestion et partage de données, de décisions de coordination entre les différents acteurs impliqués (les différents services du ministère de l'agriculture et du CNCT) afin :

1. De **rassembler l'ensemble des données** de référence, ainsi que les données passées concernant pluies mensuelles et mesures de NDVI moyen par exemple. La disponibilité de ces données est un prérequis à l'intégration des données dans la base et donc à la prochaine mission de la tâche C4.
2. De **valider les processus de circulation des données, les responsabilités et les rôles** de chacun le long des chaînes de production d'information, de collecte et saisie de données.
3. De mettre en place des **nomenclatures communes et partagées**, tant pour les référentiels administratifs que pour les nomenclatures de culture.
4. De décider un **système de référencement** (d'identification) **commun entre le ministère et le CNCT** pour les segments d'enquête. Ceci est un préalable nécessaire à l'enjeu du projet de partager entre ces deux acteurs leurs relevés terrain sur les segments d'enquête.
5. Spécifier les **besoins en restitution de données**
6. Spécifier les **besoins en fonctionnalités** pour les volets estimation de surface

6 Conclusions

Une réunion de synthèse a permis de présenter les acquis de la mission, tant au plan de l'organisation de la chaîne de circulation, de collecte et de partage des données, que des outils informatiques à mettre en œuvre et des données à rassembler et pour définir le calendrier des futures missions.

Il est à noter que pour le bon déroulement des prochaines missions sur cette composant C – système d'information opérationnel - il est important que :

- Les données soient effectivement disponibles
- Les développements informatiques aient pu être suffisamment avancés
- Tous les interlocuteurs techniques concernés et nécessaires soient présents et disponibles

7 Annexes

7.1 Annexe 1 : Termes de références des prochaines missions.

7.1.1 Intégration des données, formulaires de saisie

La prochaine mission, prévue du 21/05 au 25/05, devra porter sur ces deux points :

- Intégration de données avec Talend Open Studio : création de métadonnées et jobs
- Création de formulaire de saisie (ArcGIS ou QuantumGIS ou Google Earth : choix du SIG à déterminer)

Prérequis : tous les fichiers de données à intégrer sont répertoriés et regroupés exhaustivement et placés dans un même répertoire.

7.1.2 Procédures d'estimation

Le besoin d'une telle mission est liée aux travaux et résultats des missions des composantes A et B qui vont spécifier dans le détail les procédures d'estimation.

7.1.3 Administration système et réseau

Appui pour l'installation des serveurs hébergeant le système d'information

- Serveur de fichiers
- Serveur base de données
- Serveur web
- Formation à la résolution des problèmes techniques usuels.

- Serveur cartographique
- Mise en place et automatisation de systèmes de sauvegarde des données
 - Fichiers géoréférencés (shapefile, images SPOT, images Google Earth,...)
 - Fichiers Excel
 - Dump Postgres/PostGIS

Appui pour la configuration des serveurs et la sécurisation des données

- Sauvegarde
- Archivage
- Renforcement des compétences du personnel du CNCT pour la maintenance de serveurs

Initiation à Linux

7.2 Annexe 2 : Dictionnaire de données

7.2.1 Liste des tables :

Nom	Code
Barrages	BARRAGES
Campagne	CAMPAGNE
delegation	DELEGATION
enquête ministère	ENQUETE_MINISTERE
Forêts	FORETS
gouvernorat	GOUVERNORAT
illustre	ILLUSTRE
NDVI	NDVI
nm raster	NM_RASTER
nm_occsol	NM_OCCSOL
parcelle	PARCELLE
Pluviométrie	PLUVIOMETRIE
Pluviométrie moyenne	PLUVIOMETRIE_MOYENNE
Puits	PUITS
raster	RASTER
Routes	ROUTES
segment	SEGMENT
strate	STRATE
Stratification	STRATIFICATION
Suivi campagne	SUIVI_CAMPAGNE
type usage raster	TYPE_USAGE_RASTER

7.2.2 Liste des colonnes des tables :

Nom	Code
annee debut campagne	ANNEE_DEBUT_CAMPAGNE
annee fin campagne	ANNEE_FIN_CAMPAGNE
campagne	CAMPAGNE
campagne	CAMPAGNE
campagne	CAMPAGNE
campagne	CAMPAGNE

campagne	CAMPAGNE
campagne	CAMPAGNE
chemin	CHEMIN
Code strate	CODE_STRATE
coef extrap stat cnct	COEF_EXTRAP_STAT_CNCT
coef extrap stat mini	COEF_EXTRAP_STAT_MINI
date creation	DATE_CREATION
date debut	DATE_DEBUT
date debut segment	DATE_DEBUT_SEGMENT
date fin	DATE_FIN
date fin segment	DATE_FIN_SEGMENT
date vue	DATE_VUE
mois	MOIS
mois_pluvio	MOIS_PLUVIO
mois_pluvio	MOIS_PLUVIO2
moyenne	MOYENNE
nm__PK ID occsol	NM__PK_ID_OCCSOL
nom de la strate	NOM_DE_LA_STRATE
nom deleg ar	NOM_DELEG_AR
nom deleg fr	NOM_DELEG_FR
nom fichier	NOM_FICHER
nom gouv ar	NOM_GOUV_AR
nom gouv fr	NOM_GOUV_FR
nom raster	NOM_RASTER
nom rte	NOM_RTE
nom stratification	NOM_STRATIFICATION
nom usage raster	NOM_USAGE_RASTER
num decade	NUM_DECADE
occsol	OCCSOL
pk id barrage	PK_ID_BARRAGE
PK ID deleg	PK_ID_DELEG
PK ID deleg	PK_ID_DELEG
PK ID deleg	PK_ID_DELEG
pk id foret	PK_ID_FORET
PK ID GOUV	PK_ID_GOUV
PK ID GOUV	PK_ID_GOUV
PK ID GOUV	PK_ID_GOUV
PK ID GOUV	PK_ID_GOUV
PK ID GOUV	PK_ID_GOUV
PK ID GOUV	PK_ID_GOUV
PK ID occsol	PK_ID_OCCSOL
PK ID occsol	PK_ID_OCCSOL
PK ID occsol	PK_ID_OCCSOL
PK ID parcelle	PK_ID_PARCELLE
PK ID raster	PK_ID_RASTER
PK ID raster	PK_ID_RASTER

PK ID route	PK_ID_
PK ID segment	PK_ID_SEGMENT
PK ID segment	PK_ID_SEGMENT
PK ID segment	PK_ID_SEGMENT
PK ID segment	PK_ID_SEGMENT
PK ID strate	PK_ID_STRATE
PK Id stratification	PK_ID_STRATIFICATION
PK Id stratification	PK_ID_STRATIFICATION
PK ID type raster	PK_ID_TYPE_RASTER
PK ID type raster	PK_ID_TYPE_RASTER
PK ID usage raster	PK_ID_USAGE_RASTER
PK ID usage raster	PK_ID_USAGE_RASTER
pk_id_puits	PK_ID_PUITS
pluie	PLUIE
pluie moyenne	PLUIE_MOYENNE
Pourcentage surface	POURCENTAGE_SURFACE
producteur	PRODUCTEUR
Rdt blé dur avril CNCT	RDT_BLE_DUR_AVRIL_CNCT
Rdt blé dur CNCT	RDT_BLE_DUR_CNCT
Rdt blé dur juin CNCT	RDT_BLE_DUR_JUIN_CNCT
Rdt blé dur MA	RDT_BLE_DUR_MA
Rdt blé dur mai CNCT	RDT_BLE_DUR_MAI_CNCT
Rdt blé tendre avril CNCT	RDT_BLE_TENDRE_AVRIL_CNCT
Rdt blé tendre CNCT	RDT_BLE_TENDRE_CNCT
Rdt blé tendre juin CNCT	RDT_BLE_TENDRE_JUIN_CNCT
Rdt blé tendre MA	RDT_BLE_TENDRE_MA
Rdt blé tendre mai CNCT	RDT_BLE_TENDRE_MAI_CNCT
Rdt orge avril CNCT	RDT_ORGE_AVRIL_CNCT
Rdt orge CNCT	RDT_ORGE_CNCT
Rdt orge juin CNCT	RDT_ORGE_JUIN_CNCT
Rdt orge MA	RDT_ORGE_MA
Rdt orge mai CNCT	RDT_ORGE_MAI_CNCT
Surf emblavée blé dur MA	SURF_EMBLAVEE_BLE_DUR_MA
Surf emblavée blé tendre MA	SURF_EMBLAVEE_BLE_TENDRE_MA
Surf emblavée orge MA	SURF_EMBLAVEE_ORGE_MA
Surf récolt blé dur CNCT	SURF_RECOLT_BLE_DUR_CNCT
Surf récolt blé tendre CNCT	SURF_RECOLT_BLE_TENDRE_CNCT
Surf récolt orge CNCT	SURF_RECOLT_ORGE_CNCT
Surf récoltable blé dur MA	SURF_RECOLTABLE_BLE_DUR_MA
Surf récoltable blé tendre MA	SURF_RECOLTABLE_BLE_TENDRE_MA
Surf récoltable orge MA	SURF_RECOLTABLE_ORGE_MA
surface parcelle	SURFACE_PARCELLE
surface segment	SURFACE_SEGMENT
the_geom	THE_GEOM
the_geom	THE_GEOM
the_geom	THE_GEOM

the_geom	THE_GEOM
the_geom	THE_GEOM
the_geom	THE_GEOM
the_geom	THE_GEOM
the_geom	THE_GEOM
the_geom	THE_GEOM
type occsol	TYPE_OCCSOL
typt rte	TYPT_RTE

7.3 Annexe 3 : Script SQL

```
/*=====*/
/* DBMS name:      PostgreSQL 8                                */
/*=====*/
```

```
drop index BARRAGES_PK;
drop table BARRAGES;
drop index CAMPAGNE_PK;
drop table CAMPAGNE;
drop index CONTIENT_FK;
drop index DELEGATION_PK;
drop table DELEGATION;
drop index ENQUETE_MINISTERE3_FK;
drop index ENQUETE_MINISTERE2_FK;
drop index ENQUETE_MINISTERE_FK;
drop index ENQUETE_MINISTERE_PK;
drop table ENQUETE_MINISTERE;
drop index FORETS_PK;
drop table FORETS;
drop index GOUVERNORAT_PK;
drop table GOUVERNORAT;
drop index ILLUSTRE3_FK;
drop index ILLUSTRE2_FK;
drop index ILLUSTRE_FK;
drop index ILLUSTRE_PK;
drop table ILLUSTRE;
drop index ASSOCIATION_FK;
drop index CONCERNE_FK;
drop index NDVI_PK;
drop table NDVI;
drop index NM_OCCSOL_PK;
drop table NM_OCCSOL;
drop index NM_RASTER_PK;
drop table NM_RASTER;
drop index EST_RATTACHEE_FK;
drop index OCC_SECONDAIRE_FK;
drop index OCC_PRINCIPALE_FK;
drop index APPARTIENT_FK;
drop index PARCELLE_PK;
drop table PARCELLE;
drop index DEPEND_DE_FK;
```

```

drop index S_APPLIQUE_FK;
drop index PLUVIOMETRIE_PK;
drop table PLUVIOMETRIE;
drop index EST_HISTORISEE_FK;
drop index PLUVIOMETRIE_MOYENNE_PK;
drop table PLUVIOMETRIE_MOYENNE;
drop index PUIITS_PK;
drop table PUIITS;
drop index EST_DE_TYPE_FK;
drop index RASTER_PK;
drop table RASTER;
drop index ROUTES_PK;
drop table ROUTES;
drop index SEGMENT_PK;
drop table SEGMENT;
drop index COMPOSE_FK;
drop index STRATE_PK;
drop table STRATE;
drop index STRATIFICATION_PK;
drop table STRATIFICATION;
drop index EST_SUIVI_FK;
drop index S_APLIQUE_FK;
drop index SUIVI_CAMPAGNE_PK;
drop table SUIVI_CAMPAGNE;
drop index TYPE_USAGE_RASTER_PK;
drop table TYPE_USAGE_RASTER;

/*=====*/
/* Table: BARRAGES */
/*=====*/
create table BARRAGES (
    PK_ID_BARRAGE          CHAR(10)          not null,
    THE_GEOM               geometry          null,
    constraint PK_BARRAGES primary key (PK_ID_BARRAGE)
);

/*=====*/
/* Index: BARRAGES_PK */
/*=====*/
create unique index BARRAGES_PK on BARRAGES (
    PK_ID_BARRAGE
);

/*=====*/
/* Table: CAMPAGNE */
/*=====*/
create table CAMPAGNE (
    CAMPAGNE              CHAR(7)           not null,
    ANNEE_DEBUT_CAMPAGNE  INT4              null,
    ANNEE_FIN_CAMPAGNE    INT4              null,
    constraint PK_CAMPAGNE primary key (CAMPAGNE)
);

```

```

/*=====*/
/* Index: CAMPAGNE_PK */
/*=====*/
create unique index CAMPAGNE_PK on CAMPAGNE (
CAMPAGNE
);

/*=====*/
/* Table: DELEGATION */
/*=====*/
create table DELEGATION (
    PK_ID_GOUV          CHAR(2)          not null,
    PK_ID_DELEG         CHAR(3)          not null,
    NOM_DELEG_FR        CHAR(50)         not null,
    NOM_DELEG_AR        CHAR(50)         null,
    THE_GEOM            geometry         null,
    constraint PK_DELEGATION primary key (PK_ID_GOUV, PK_ID_DELEG)
);

/*=====*/
/* Index: DELEGATION_PK */
/*=====*/
create unique index DELEGATION_PK on DELEGATION (
PK_ID_GOUV,
PK_ID_DELEG
);

/*=====*/
/* Index: CONTIENT_FK */
/*=====*/
create index CONTIENT_FK on DELEGATION (
PK_ID_GOUV
);

/*=====*/
/* Table: ENQUETE_MINISTERE */
/*=====*/
create table ENQUETE_MINISTERE (
    PK_ID_SEGMENT       CHAR(6)          not null,
    CAMPAGNE            CHAR(7)          not null,
    PK_ID_OCCSOL        CHAR(2)          not null,
    POURCENTAGE_SURFACE FLOAT8           null,
    constraint PK_ENQUETE_MINISTERE primary key (PK_ID_SEGMENT, CAMPAGNE,
PK_ID_OCCSOL)
);

/*=====*/
/* Index: ENQUETE_MINISTERE_PK */
/*=====*/
create unique index ENQUETE_MINISTERE_PK on ENQUETE_MINISTERE (
PK_ID_SEGMENT,
CAMPAGNE,

```



```

PK_ID_OCCSOL
);

/*=====*/
/* Index: ENQUETE_MINISTERE_FK */
/*=====*/
create index ENQUETE_MINISTERE_FK on ENQUETE_MINISTERE (
PK_ID_SEGMENT
);

/*=====*/
/* Index: ENQUETE_MINISTERE2_FK */
/*=====*/
create index ENQUETE_MINISTERE2_FK on ENQUETE_MINISTERE (
CAMPAGNE
);

/*=====*/
/* Index: ENQUETE_MINISTERE3_FK */
/*=====*/
create index ENQUETE_MINISTERE3_FK on ENQUETE_MINISTERE (
PK_ID_OCCSOL
);

/*=====*/
/* Table: FORETS */
/*=====*/
create table FORETS (
    PK_ID_FORET          INT4          not null,
    THE_GEOM             geometry      null,
    constraint PK_FORETS primary key (PK_ID_FORET)
);

/*=====*/
/* Index: FORETS_PK */
/*=====*/
create unique index FORETS_PK on FORETS (
PK_ID_FORET
);

/*=====*/
/* Table: GOUVERNORAT */
/*=====*/
create table GOUVERNORAT (
    PK_ID_GOUV          CHAR(2)        not null,
    NOM_GOUV_FR         CHAR(40)       not null,
    NOM_GOUV_AR         CHAR(40)       null,
    THE_GEOM            geometry       null,
    constraint PK_GOUVERNORAT primary key (PK_ID_GOUV)
);

/*=====*/

```

```

/* Index: GOUVERNORAT_PK */
/*=====*/
create unique index GOUVERNORAT_PK on GOUVERNORAT (
PK_ID_GOUV
);

/*=====*/
/* Table: ILLUSTRE */
/*=====*/
create table ILLUSTRE (
    PK_ID_SEGMENT      CHAR(6)          not null,
    PK_ID_RASTER        INT4            not null,
    PK_ID_USAGE_RASTER  CHAR(3)         not null,
    DATE_DEBUT          DATE            null,
    DATE_FIN            DATE            null,
    constraint PK_ILLUSTRE primary key (PK_ID_SEGMENT, PK_ID_RASTER,
PK_ID_USAGE_RASTER)
);

/*=====*/
/* Index: ILLUSTRE_PK */
/*=====*/
create unique index ILLUSTRE_PK on ILLUSTRE (
PK_ID_SEGMENT,
PK_ID_RASTER,
PK_ID_USAGE_RASTER
);

/*=====*/
/* Index: ILLUSTRE_FK */
/*=====*/
create index ILLUSTRE_FK on ILLUSTRE (
PK_ID_SEGMENT
);

/*=====*/
/* Index: ILLUSTRE2_FK */
/*=====*/
create index ILLUSTRE2_FK on ILLUSTRE (
PK_ID_RASTER
);

/*=====*/
/* Index: ILLUSTRE3_FK */
/*=====*/
create index ILLUSTRE3_FK on ILLUSTRE (
PK_ID_USAGE_RASTER
);

/*=====*/
/* Table: NDVI */
/*=====*/
create table NDVI (

```

```

        PK_ID_GOUV          CHAR(2)          not null,
        CAMPAGNE            CHAR(7)          not null,
        MOIS                INT4             not null,
        NUM_DECADE          INT4             not null,
        MOYENNE             FLOAT8           null,
        constraint PK_NDVI primary key (PK_ID_GOUV, CAMPAGNE, MOIS, NUM_DECADE)
);

/*=====*/
/* Index: NDVI_PK */
/*=====*/
create unique index NDVI_PK on NDVI (
PK_ID_GOUV,
CAMPAGNE,
MOIS,
NUM_DECADE
);

/*=====*/
/* Index: CONCERNE_FK */
/*=====*/
create index CONCERNE_FK on NDVI (
PK_ID_GOUV
);

/*=====*/
/* Index: ASSOCIATION_FK */
/*=====*/
create index ASSOCIATION_FK on NDVI (
CAMPAGNE
);

/*=====*/
/* Table: NM_OCCSOL */
/*=====*/
create table NM_OCCSOL (
        PK_ID_OCCSOL          CHAR(2)          not null,
        TYPE_OCCSOL           CHAR(50)         null,
        OCCSOL                CHAR(50)         null,
        constraint PK_NM_OCCSOL primary key (PK_ID_OCCSOL)
);

/*=====*/
/* Index: NM_OCCSOL_PK */
/*=====*/
create unique index NM_OCCSOL_PK on NM_OCCSOL (
PK_ID_OCCSOL
);

/*=====*/
/* Table: NM_RASTER */
/*=====*/

```

```

create table NM_RASTER (
    PK_ID_TYPE_RASTER    CHAR(5)                not null,
    NOM_RASTER            CHAR(10)               not null,
    constraint PK_NM_RASTER primary key (PK_ID_TYPE_RASTER)
);

/*=====*/
/* Index: NM_RASTER_PK                                     */
/*=====*/
create unique index NM_RASTER_PK on NM_RASTER (
    PK_ID_TYPE_RASTER
);

/*=====*/
/* Table: PARCELLE                                         */
/*=====*/
create table PARCELLE (
    PK_ID_SEGMENT        CHAR(6)                not null,
    CAMPAGNE              CHAR(7)               not null,
    PK_ID_PARCELLE        CHAR(3)               not null,
    PK_ID_OCCSOL          CHAR(2)               not null,
    NM__PK_ID_OCCSOL      CHAR(2)               null,
    SURFACE_PARCELLE      FLOAT8                null,
    THE_GEOM              geometry              null,
    constraint PK_PARCELLE primary key (PK_ID_SEGMENT, CAMPAGNE, PK_ID_PARCELLE)
);

/*=====*/
/* Index: PARCELLE_PK                                     */
/*=====*/
create unique index PARCELLE_PK on PARCELLE (
    PK_ID_SEGMENT,
    CAMPAGNE,
    PK_ID_PARCELLE
);

/*=====*/
/* Index: APPARTIENT_FK                                     */
/*=====*/
create index APPARTIENT_FK on PARCELLE (
    PK_ID_SEGMENT
);

/*=====*/
/* Index: OCC_PRINCIPALE_FK                                 */
/*=====*/
create index OCC_PRINCIPALE_FK on PARCELLE (
    PK_ID_OCCSOL
);

/*=====*/
/* Index: OCC_SECONDAIRE_FK                                 */
/*=====*/

```

```

/*=====*/
create index OCC_SECONDAIRE_FK on PARCELLE (
NM__PK_ID_OCCSOL
);

/*=====*/
/* Index: EST_RATTACHEE_FK */
/*=====*/
create index EST_RATTACHEE_FK on PARCELLE (
CAMPAGNE
);

/*=====*/
/* Table: PLUVIOMETRIE */
/*=====*/
create table PLUVIOMETRIE (
    PK_ID_GOUV          CHAR(2)          not null,
    PK_ID_DELEG         CHAR(3)          not null,
    CAMPAGNE            CHAR(7)          not null,
    MOIS_PLUVIO         INT4             not null,
    PLUIE               FLOAT8           null,
    constraint PK_PLUVIOMETRIE primary key (PK_ID_GOUV, PK_ID_DELEG, CAMPAGNE,
MOIS_PLUVIO)
);

/*=====*/
/* Index: PLUVIOMETRIE_PK */
/*=====*/
create unique index PLUVIOMETRIE_PK on PLUVIOMETRIE (
PK_ID_GOUV,
PK_ID_DELEG,
CAMPAGNE,
MOIS_PLUVIO
);

/*=====*/
/* Index: S_APPLIQUE_FK */
/*=====*/
create index S_APPLIQUE_FK on PLUVIOMETRIE (
PK_ID_GOUV,
PK_ID_DELEG
);

/*=====*/
/* Index: DEPEND_DE_FK */
/*=====*/
create index DEPEND_DE_FK on PLUVIOMETRIE (
CAMPAGNE
);

/*=====*/
/* Table: PLUVIOMETRIE_MOYENNE */
/*=====*/

```

```

create table PLUVIOMETRIE_MOYENNE (
    PK_ID_GOUV          CHAR(2)          not null,
    PK_ID_DELEG         CHAR(3)          not null,
    MOIS_PLUVIO2        INT4             not null,
    PLUIE_MOYENNE       FLOAT8           null,
    constraint PK_PLUVIOMETRIE_MOYENNE primary key (PK_ID_GOUV, PK_ID_DELEG,
MOIS_PLUVIO2)
);

/*=====*/
/* Index: PLUVIOMETRIE_MOYENNE_PK */
/*=====*/
create unique index PLUVIOMETRIE_MOYENNE_PK on PLUVIOMETRIE_MOYENNE (
PK_ID_GOUV,
PK_ID_DELEG,
MOIS_PLUVIO2
);

/*=====*/
/* Index: EST_HISTORISEE_FK */
/*=====*/
create index EST_HISTORISEE_FK on PLUVIOMETRIE_MOYENNE (
PK_ID_GOUV,
PK_ID_DELEG
);

/*=====*/
/* Table: PUIITS */
/*=====*/
create table PUIITS (
    PK_ID_PUIITS        INT4             not null,
    THE_GEOM            geometry         null,
    constraint PK_PUIITS primary key (PK_ID_PUIITS)
);

/*=====*/
/* Index: PUIITS_PK */
/*=====*/
create unique index PUIITS_PK on PUIITS (
PK_ID_PUIITS
);

/*=====*/
/* Table: RASTER */
/*=====*/
create table RASTER (
    PK_ID_RASTER        SERIAL           not null,
    PK_ID_TYPE_RASTER   CHAR(5)          not null,
    CHEMIN              CHAR(256)        not null,
    NOM_FICHER          CHAR(256)        not null,
    DATE_VUE            DATE             not null,
    constraint PK_RASTER primary key (PK_ID_RASTER)
);

```

```

/*=====*/
/* Index: RASTER_PK */
/*=====*/
create unique index RASTER_PK on RASTER (
PK_ID_RASTER
);

/*=====*/
/* Index: EST_DE_TYPE_FK */
/*=====*/
create index EST_DE_TYPE_FK on RASTER (
PK_ID_TYPE_RASTER
);

/*=====*/
/* Table: ROUTES */
/*=====*/
create table ROUTES (
    PK_ID_          INT4          not null,
    NOM_RTE         CHAR(256)     null,
    TYPT_RTE        CHAR(256)     null,
    THE_GEOM        geometry      null,
    constraint PK_ROUTES primary key (PK_ID_)
);

/*=====*/
/* Index: ROUTES_PK */
/*=====*/
create unique index ROUTES_PK on ROUTES (
PK_ID_
);

/*=====*/
/* Table: SEGMENT */
/*=====*/
create table SEGMENT (
    PK_ID_SEGMENT   CHAR(6)       not null,
    THE_GEOM        geometry      null,
    DATE_DEBUT_SEGMENT DATE       null,
    DATE_FIN_SEGMENT DATE        null,
    COEF_EXTRAP_STAT_MINI FLOAT8   null,
    COEF_EXTRAP_STAT_CNCT FLOAT8   null,
    SURFACE_SEGMENT FLOAT8        null,
    constraint PK_SEGMENT primary key (PK_ID_SEGMENT)
);

/*=====*/
/* Index: SEGMENT_PK */
/*=====*/
create unique index SEGMENT_PK on SEGMENT (
PK_ID_SEGMENT

```

```

);

/*=====*/
/* Table: STRATE */
/*=====*/
create table STRATE (
    PK_ID_STRATIFICATION CHAR(4)          not null,
    PK_ID_STRATE          CHAR(8)          not null,
    THE_GEOM              geometry         null,
    CODE_STRATE           CHAR(3)          null,
    NOM_DE_LA_STRATE      CHAR(50)         null,
    constraint PK_STRATE primary key (PK_ID_STRATIFICATION, PK_ID_STRATE)
);

/*=====*/
/* Index: STRATE_PK */
/*=====*/
create unique index STRATE_PK on STRATE (
    PK_ID_STRATIFICATION,
    PK_ID_STRATE
);

/*=====*/
/* Index: COMPOSE_FK */
/*=====*/
create index COMPOSE_FK on STRATE (
    PK_ID_STRATIFICATION
);

/*=====*/
/* Table: STRATIFICATION */
/*=====*/
create table STRATIFICATION (
    PK_ID_STRATIFICATION CHAR(4)          not null,
    PRODUCTEUR           CHAR(35)         null,
    DATE_CREATION         DATE             null,
    NOM_STRATIFICATION    CHAR(35)         null,
    constraint PK_STRATIFICATION primary key (PK_ID_STRATIFICATION)
);

/*=====*/
/* Index: STRATIFICATION_PK */
/*=====*/
create unique index STRATIFICATION_PK on STRATIFICATION (
    PK_ID_STRATIFICATION
);

/*=====*/
/* Table: SUIVI_CAMPAGNE */
/*=====*/
create table SUIVI_CAMPAGNE (
    PK_ID_GOUV           CHAR(2)          not null,

```



```

CAMPAGNE          CHAR(7)          not null,
SURF_EMBLAVEE_BLE_DUR_MA FLOAT8      null,
SURF_EMBLAVEE_BLE_TENDRE_MA FLOAT8    null,
SURF_EMBLAVEE_ORGE_MA FLOAT8          null,
SURF_RECOLTABLE_BLE_DUR_MA FLOAT8     null,
SURF_RECOLTABLE_BLE_TENDRE_MA FLOAT8   null,
SURF_RECOLTABLE_ORGE_MA FLOAT8        null,
RDT_BLE_DUR_MA     FLOAT8            null,
RDT_BLE_TENDRE_MA  FLOAT8            null,
RDT_ORGE_MA        FLOAT8            null,
RDT_BLE_DUR_AVRIL_CNCT FLOAT8        null,
RDT_BLE_TENDRE_AVRIL_CNCT FLOAT8      null,
RDT_ORGE_AVRIL_CNCT FLOAT8           null,
RDT_BLE_DUR_MAI_CNCT FLOAT8          null,
RDT_BLE_TENDRE_MAI_CNCT FLOAT8        null,
RDT_ORGE_MAI_CNCT  FLOAT8            null,
RDT_BLE_DUR_JUIN_CNCT FLOAT8          null,
RDT_BLE_TENDRE_JUIN_CNCT FLOAT8       null,
RDT_ORGE_JUIN_CNCT FLOAT8            null,
RDT_BLE_DUR_CNCT   FLOAT8            null,
RDT_BLE_TENDRE_CNCT FLOAT8           null,
RDT_ORGE_CNCT      FLOAT8            null,
SURF_RECOLT_BLE_DUR_CNCT FLOAT8       null,
SURF_RECOLT_BLE_TENDRE_CNCT FLOAT8    null,
SURF_RECOLT_ORGE_CNCT FLOAT8          null,
constraint PK_SUIVI_CAMPAGNE primary key (PK_ID_GOUV, CAMPAGNE)
);

/*=====*/
/* Index: SUIVI_CAMPAGNE_PK */
/*=====*/
create unique index SUIVI_CAMPAGNE_PK on SUIVI_CAMPAGNE (
PK_ID_GOUV,
CAMPAGNE
);

/*=====*/
/* Index: S_APLIQUE_FK */
/*=====*/
create index S_APLIQUE_FK on SUIVI_CAMPAGNE (
PK_ID_GOUV
);

/*=====*/
/* Index: EST_SUIVI_FK */
/*=====*/
create index EST_SUIVI_FK on SUIVI_CAMPAGNE (
CAMPAGNE
);

/*=====*/
/* Table: TYPE_USAGE_RASTER */
/*=====*/

```

```

/*=====*/
create table TYPE_USAGE_RASTER (
    PK_ID_USAGE_RASTER    CHAR(3)                not null,
    NOM_USAGE_RASTER      CHAR(35)               null,
    constraint PK_TYPE_USAGE_RASTER primary key (PK_ID_USAGE_RASTER)
);

/*=====*/
/* Index: TYPE_USAGE_RASTER_PK */
/*=====*/
create unique index TYPE_USAGE_RASTER_PK on TYPE_USAGE_RASTER (
    PK_ID_USAGE_RASTER
);

alter table DELEGATION
    add constraint FK_DELEGATI_CONTIENT_GOUVERNO foreign key (PK_ID_GOUV)
        references GOUVERNORAT (PK_ID_GOUV)
        on delete restrict on update restrict;

alter table ENQUETE_MINISTERE
    add constraint FK_ENQUETE__ENQUETE_M_SEGMENT foreign key (PK_ID_SEGMENT)
        references SEGMENT (PK_ID_SEGMENT)
        on delete restrict on update restrict;

alter table ENQUETE_MINISTERE
    add constraint FK_ENQUETE__ENQUETE_M_CAMPAGNE foreign key (CAMPAGNE)
        references CAMPAGNE (CAMPAGNE)
        on delete restrict on update restrict;

alter table ENQUETE_MINISTERE
    add constraint FK_ENQUETE__ENQUETE_M_NM_OCCSO foreign key (PK_ID_OCCSOL)
        references NM_OCCSOL (PK_ID_OCCSOL)
        on delete restrict on update restrict;

alter table ILLUSTRE
    add constraint FK_ILLUSTRE_ILLUSTRE_SEGMENT foreign key (PK_ID_SEGMENT)
        references SEGMENT (PK_ID_SEGMENT)
        on delete restrict on update restrict;

alter table ILLUSTRE
    add constraint FK_ILLUSTRE_ILLUSTRE2_RASTER foreign key (PK_ID_RASTER)
        references RASTER (PK_ID_RASTER)
        on delete restrict on update restrict;

alter table ILLUSTRE
    add constraint FK_ILLUSTRE_ILLUSTRE3_TYPE_USA foreign key (PK_ID_USAGE_RASTER)
        references TYPE_USAGE_RASTER (PK_ID_USAGE_RASTER)
        on delete restrict on update restrict;

alter table NDVI
    add constraint FK_NDVI_ASSOCIATI_CAMPAGNE foreign key (CAMPAGNE)
        references CAMPAGNE (CAMPAGNE)

```

```

        on delete restrict on update restrict;

alter table NDVI
    add constraint FK_NDVI_CONCERNE_GOUVERNO foreign key (PK_ID_GOUV)
        references GOUVERNORAT (PK_ID_GOUV)
        on delete restrict on update restrict;

alter table PARCELLE
    add constraint FK_PARCELLE_APPARTIEN_SEGMENT foreign key (PK_ID_SEGMENT)
        references SEGMENT (PK_ID_SEGMENT)
        on delete restrict on update restrict;

alter table PARCELLE
    add constraint FK_PARCELLE_EST_RATTA_CAMPAGNE foreign key (CAMPAGNE)
        references CAMPAGNE (CAMPAGNE)
        on delete restrict on update restrict;

alter table PARCELLE
    add constraint FK_PARCELLE_OCC_PRINC_NM_OCCSO foreign key (PK_ID_OCCSOL)
        references NM_OCCSOL (PK_ID_OCCSOL)
        on delete restrict on update restrict;

alter table PARCELLE
    add constraint FK_PARCELLE_OCC_SECON_NM_OCCSO foreign key (NM__PK_ID_OCCSOL)
        references NM_OCCSOL (PK_ID_OCCSOL)
        on delete restrict on update restrict;

alter table PLUVIOMETRIE
    add constraint FK_PLUVIOME_DEPEND_DE_CAMPAGNE foreign key (CAMPAGNE)
        references CAMPAGNE (CAMPAGNE)
        on delete restrict on update restrict;

alter table PLUVIOMETRIE
    add constraint FK_PLUVIOME_S_APPLIQU_DELEGATI foreign key (PK_ID_GOUV,
PK_ID_DELEG)
        references DELEGATION (PK_ID_GOUV, PK_ID_DELEG)
        on delete restrict on update restrict;

alter table PLUVIOMETRIE_MOYENNE
    add constraint FK_PLUVIOME_EST_HISTO_DELEGATI foreign key (PK_ID_GOUV,
PK_ID_DELEG)
        references DELEGATION (PK_ID_GOUV, PK_ID_DELEG)
        on delete restrict on update restrict;

alter table RASTER
    add constraint FK_RASTER_EST_DE_TY_NM_RASTE foreign key (PK_ID_TYPE_RASTER)
        references NM_RASTER (PK_ID_TYPE_RASTER)
        on delete restrict on update restrict;

alter table STRATE
    add constraint FK_STRATE_COMPOSE_STRATIFI foreign key (PK_ID_STRATIFICATION)
        references STRATIFICATION (PK_ID_STRATIFICATION)
        on delete restrict on update restrict;

```

```
alter table SUIVI_CAMPAGNE
  add constraint FK_SUIVI_CA_EST_SUIVI_CAMPAGNE foreign key (CAMPAGNE)
    references CAMPAGNE (CAMPAGNE)
    on delete restrict on update restrict;

alter table SUIVI_CAMPAGNE
  add constraint FK_SUIVI_CA_S_APLIQUE_GOUVERNO foreign key (PK_ID_GOUV)
    references GOUVERNORAT (PK_ID_GOUV)
    on delete restrict on update restrict;
```